食用油原料に関する種々の問題

浜 島 守 男

日清製油(株) 研究所(横浜市神奈川区千若町 1-3)

Outlook on the Raw Materials of Edible Oils

Morio HAMASHIMA

Research Laboratory, The Nisshin Oil Mills, Ltd.
(1-3, Chiwaka-cho, Kanagawa-ku, Yokohama)

はじめに

食用油の原料をとりまく環境を眺めたとき、生産、流通、経済、消費あるいは技術、工業といった多方面の問題が浮かんでくる。しかもあるオイルシードの生産の1つをとりあげてみても政策にかかわる国家的な見地から末端農家の個人意志にいたるいわゆる作付けの問題に端を発し、種子の生育に関係する天候、病虫害等の試練を経て収穫を迎えるが、そこには別の油脂原料との競合が待ち受けているという複雑な状況にある。

このように食用油の原料の問題は相互に密接なつながりを持ち、しかも多岐にわたることがらであるけれど、逆に1つの問題を捕えた場合でも多くの問題に発展できる可能性が考えられるので、今回はオイルシードと食用油の品質を中心に原料問題を考えることにした。

1 油脂原料の生産と油脂の消費動向

油脂資源は植物の種子や果実あるいは陸・海産の動物に依存しており、前者が主として油脂の採取を目的に生産・流通されるのに対し、後者は肉や乳製品の副産物として産出される点が特徴である。油脂の原料として経済的に重要な位置を占める植物種子類はオイルシードと呼ばれ、一般の穀物と区別される。国連工業局の報告書¹⁾では大豆、綿実、落花生、なたね、ひまわり、あまに、ごま、やし(コブラ)の8品目を代表的なオイルシードとして扱っている。綿実の場合、綿花の副産物であるが、綿の実の姿となったときは油脂原料として重要な意味をもつのにに対し、とうもろこしは穀物としての生産量が多い反応、肥料・食糧の用途に比べ油脂原料としての利用割合が低いいためオイルシードと呼ばない。我が国の米についても国内の油脂資源として貢献するところは大きい、同様のことがいえ油脂源即オイルシードとは呼ばない場合もあって定義は慣用的である。

世界の油脂の生産動向について、オイルシード、その他の植物油脂源、陸産動物、海産動物の4つの原料源に区分けして最近の生産量²⁾を 図-1 に見ると、トータルでは、1973 年の石油ショックの影響を除き年率 2~3% の伸びが示されている。内訳では海産動物が横ばいでもトータルに対する割合が極めて低い。陸産動物は割合はオイルシードに次ぐ伸びはほとんど無視できる量といえる。それに対しオイルシードは割合が1位であるのみならず伸びが著しく、油脂源として極めて重要なことを意味している。

図-1 原料別世界の油脂の生産動向

この現象は油脂の消費動向と密接に関係するところで先進国での食品に占める油脂の役割が増大してその摂取量が増加したことから、肉類の消費が増えた反面、ラードやバターの使用量を減らし植物油の割合を多くしていることと関係する。先進国と開発途上国の1人当たりの食用油脂の使用量を見ると³⁾、オランダや米国の70~80 g/d に対しインドやタイでは5 g/d に満たない状況で、その間の格差は大きく、先進国の油脂消費動向が生産に反映される形になっている。

再び油脂資源にもどって生産動向を考える場合、植物

系の原料に焦点を置いて問題を見ることにしたい。表-1 にはオイルシード 8 種の世界の生産状況²⁾を示したが、大豆は生産量がトップであるばかりか過去 30 年間の伸びが 1 番であることも注目に値する。これは米国の生産に負うところであるが、近年はブラジルでの増産も加わって、今後更に生産量の増大が予想されている¹⁾。しかし生産と需要が一体という考えからすると、大豆の場合とくに油かすの需要が支配的になる傾向が見られ、原料の生産予測は油かすの消費予測に従うという見方がある³⁾。同時にパーム油の増産が大豆の伸びを鈍化させるのではないかと見られている。

表-1 世界のオイルシードの生産状況
(単位 (1,000 t))

品目	1961 ~1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975
大 豆	32,471	48,474	48,477	52,340	62,669	56,898	68,356
綿 実		22,155	23,477	24,700	25,059	25,627	22,564
落 花 生	15,883	18,428	19,275	15,948	17,058	17,401	19,117
なたね	4,299	6,689	8,065	6,755	7,132	7,234	8,121
ひまわり	* 996	706	624	660	709	730	694
あまに	3,437	4,139	2,799	2,535	2,461	2,321	2,533
ご ま	1,693	2,188	2,031	1,895	1,980	1,944	1,990
コブラ	3,643	3,567	3,895	4,363	3,742	3,540	4,124
(パーム油)	1,443	1,844	2,107	2,216	2,349	2,674	2,923

* 1968~1969 年

綿実とは依然として第 2 位の座を確保しているが、他のオイルシードと違って綿花の副産物であるため今後の位置は綿花の需要次第という点の特徴である。落花生も当分 3 位で推移しよう。これに次ぐなたねは最近の伸び率が大きく、10 数年前に比べて生産量は倍増したが、低エルカ酸種への品種改良に際しカナダが国をあげて精力的に研究と開発を行い、そこでの生産増によるところが大きい。ごまは油とかすの産出バランスがよく、油糧原料として望ましいパターンを示す反面、農業機械化に障害があって今後の伸びは期待できない。

世界の人口増という問題はあるけれど、生産者が経済的にひき合う状況で需要の伸びがあれば、オイルシードの生産は充分需要を満たすものと期待される¹⁾。オイルシードが製油原料に使用される割合を油脂の生産量とオイルシードの生産量及び含油率から算出すると大豆、ひまわり、なたね、あまに、コブラは 90% を越え、綿実が 80% 台、ごまが 70% 台、落花生は 30% 台となる。綿実についてはリンター部の統計処理によっては 90% 以上に達し上記の 5 品目とともにオイルシードの代表的なパターンに入る。一方ごまと落花生はそのまま食品あるいは食品原料に用いられる比率の高いことを示し、この点から見ると落花生は特殊なオイルシードといえよう。とうもろこしは前述のとおりオイルシードに入れないが、米国内で油脂源に利用されるものは生産量の約

10% といわれる⁶⁾。そのうえ油分が少ないため油脂資源として低位にあるが、高油分の品種のものも見つかり徐々に油脂資源としての役割を増すことになるだろう。

オイルシード以外の植物系原料としてはパーム油の動向が注目される。とくに近年マレーシアが国策として増産に乗り出して以来生産量の伸びは著しく増大し、今後の生産についてもマレーシアだけで 1980 年には 250 万 t、1985 年には 400 万 t の計画が発表され⁷⁾、この数字は油脂の世界貿易量の 1/4 を占めるものとなる。

パーム油のもう 1 つの問題は果肉の取り扱いすなわち加水分解による油脂の品質低下の問題があってパーム園に直結した採油工場を原則とし、産地で油の形で生産される。このためいわゆる油糧原料の姿で流通することがなく、既設の製油工場にとっては採油効率の低下を余儀なくされる点に加えて、当然のこととしてミールの発生がないことである。言い換えればパーム油の増産は油脂資源とともに油かすを利用する飼・肥料工業にも影響するものである。

表-2 国内の油脂生産と原料状況
(単位 1,000 t)

	油脂 生産量	油脂生産量の 原料産地別内訳		国内の穀物生産量
		輸 入	国 産	
大 豆 油	497	497	0	大 豆 110
な た ね 油	299	299	2	なたね 7
パ ー ム 油	160	160	0	0
米 ぬ か 油	101	0	101	米 11,777
や し 油	101	101	0	0
とうもろこし油	41	41	0	とうもろこし 30
綿 実 油	31	31	0	0
あ ま に 油	36	0	0	0
ご ま 油	14	0	0	—
落 花 生 油	0	0	0	落花生 65

昭和 51 年統計による

一方国内の状況を表-2²⁾から見ると、オイルシードで生産されるものは大豆、なたね、落花生の 3 品目であるが、実際油脂原料に用いられるのはなたねだけで大豆と落花生は直接食品に消費されることがうかがわれる。米(米ぬか)は国産の油脂原料として食用植物油脂中で大豆、なたね、パームに次ぐ第 4 位の油脂供給源となっている。しかし自給率の点から見ると国産原料の占める位置は低く、外国依存形である点は 1 つの問題であろう。国内の消費動向は、1 人 1 日当たりの食用油脂消費量が 30 g 強で西欧の先進国に及ばないが、動物油脂の摂取が横ばいなのに対し消費の伸びが植物系油脂に見られるという先進国パターンを示し、今後もこの傾向が続くものと予測できる。

いずれにしても油糧資源が国際貿易に極めて大きく依存する形であるから、国際社会の情報を適確に入手、判

断することが大切である。同時に油脂の需給が油かすの需給と密接な関係にあるので、バランスのとれた消費・生産を考える必要がある。他方食用油を考えるときに工業用油脂あるいは合成石油化学製品との関係において油糧資源を眺めることも忘れてはならない。

2 オイルシードの品質上の問題

品質のよい食用油を製造するには品質のよい原料を選択することが条件であり、逆にダメージを受けたオイルシードから製油する場合、プロセスが困難になり収率が低下するほか品質の悪い油が得られることは古くから知られている^{8),9)}。

表-3 に米国の穀物規格¹⁰⁾の中から大豆の品質基準を示すが、品質を決定する大きな要因として水分、破碎（組織破壊）ダメージ、異物及び品種の異なる豆の混入をあげている。ダメージについては熱、発芽、霜、土壌、天候、かび、病害、形状、虫害及び豆臭と豆のすじなどを原因としている。

表-3 の4区分のうち No. 1 は国際貿易の対象になることは少なく¹¹⁾ No. 2 以下が製油の原料として扱われるが、以下原料の品質に関して影響することがらについて述べる。

表-3 米国大豆等級規格 (% , max)

項目	等級	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
水	分	13	14	16	18
破	碎	10	20	30	40
ダメージ(トータル)		2	3	5	8
" (熱)		0.2	0.5	1.0	3.0
異	物	1	2	3	5
他 の 豆 類		1	2	5	10

2.1 水分

水分の問題は水を運ぶことによる経済的ロスや収率の低下のほか、1 番の問題はかびの発生とそれに伴う自己発熱と熱ダメージによる品質低下の問題である。かびとダメージについては後で触れることにして、水分の原因について見ると、収穫時の悪天候、畑での乾燥不充分といった生産者側の問題のほかシードの取り扱い中の気温

表-4 貯蔵安全水分量

オイルシード	水 分 (% , max)
大 豆	13.0
あ ま に	10.5
ひ ま わ り	8.5
コ ブ ラ	7.0
パ ー ム 核	8.0
綿 実	10.0
な た ね	7.0
サ フ ラ ワ ー	11.0
落 花 生	11.0

の急変による空気中の水蒸気の凝集¹²⁾やサイロ壁の凝集水¹³⁾といった2 次的な問題を見逃せない。

流通、貯蔵上安全とみられる水分については表-4¹²⁾の値が示されている。なたね、ひまわり、コブラは低水分に保つよう注意が必要であろう。一般にシードの相対湿度が関係し 65% を限界としているが、温度の関係もあって大豆の場合、貯蔵温度 13°C 以下ではまず問題が少ないと考えられている¹¹⁾。

貯蔵に対する注意事項はサイロへの送り込みに際し水分の異なるものを区分けすること、水分の多いものは通気を充分に行うこと、温度の管理と記録を行うことが最低限の管理となろう。

2.2 破碎

シードの破碎は形状の変化をもたらし、ふるい分け等の精選の妨げとなるほかシード表面の保護膜の損傷によって栄養分の高い乳部が直接外気と接触することになるため、かびの増殖に作用する結果となる。

かび以外の微生物にも敏感になるほか、油分中の遊離脂肪酸の増加¹⁴⁾や油の安定性低下への影響が考えられる。シード破碎の原因は機械的損傷によるものが大きい。大豆の場合乾燥しすぎると割れやすくなり、輸送、貯蔵時の容器・サイロ壁との衝突で起こる割合が多いので、容器・サイロへの移し入れ開始時に注意を払う必要がある。

2.3 ダメージ

シードの成熟前に冷害や霜害を受けると、未熟種子やフロストダメージになる。こうしたシードは一般にクロロフィルや関連の色素の含有率が高くグリーンシードなどと呼ばれ、油脂も緑色を帯びて精製が困難となる¹⁵⁾。通常は脱色剤の種類を選び、しかもそれを過剰に用いて脱色する方法がとられる¹⁶⁾が、銅-クロム触媒 1% を用い、175°C, 30 psi で水素添加すると緑色油の処理がうまく行われる¹³⁾。

冷害に至らないにしても種子の生育期の気温が低いと種子の不飽和度が増加することが知られ、あまにではリノレン酸が増加し、ひまわりとサフラワーはリノール酸が増加してオレイン酸が減少する¹⁵⁾。一方含油量についてはとうもろこしを除いて¹⁶⁾一般には低温ほど油分が低下する傾向があり、オイルシードの選択に当たって産地の気候にも注意する必要がある。

成熟したシードでも収穫時に降雨に遭い畑に置かれるとフィールドダメージが発生し、更にこのものが貯蔵されるとダメージをこう進する。大豆の場合ダメージビーンから得られる原油は色が濃く、遊離脂肪酸が2% に上昇することもあるが、精製が困難になるばかりか製品の風味や保存安定性が極めてわるくなる¹⁷⁾。ダメージによってリン脂質の変化が認められるとともに、ダメージビーンの原油は鉄を数倍以上含有し、これが風味や安定性

低下に関与するものと考えられている。対策として高濃度のアルカリを用いて脱酸し、脱色剤に活性炭を用いそのうえ高温脱臭で処理する方法が有効とされている¹⁸⁾。

Evans らの研究¹⁹⁾では遊離脂肪酸と鉄含有量の間に高い相関が認められ (図-2)、ダメージビーンの場合はこれらがサウンドビーンのときに比べはるかに多かった。さらにこのとき工業的に採油したものについて調べたところ、鉄含量が実験室のものより高く、実際にプロセスする際は原料の鉄のほか脂肪酸によって装置から溶出される鉄を考慮する必要がある。

高脂肪酸含量の原油が鉄を溶出し製品の品質を低下する例はパーム油にも見られるが、Evans らのその後の研究²⁰⁾では大豆油の精製に際してリン脂質の影響と同時に金属の影響が大きく、大豆油中の金属を有効に除去すればスチーム精製法で食用油の製造が可能であると述べている。またダメージビーンからの大豆油の効果的な処理法について再度検討した結果²⁰⁾、脱ガムはリン酸法より無水酢酸法がすぐれ、アルカリ精製は re-refining 法がよいが、脱臭温度を 260°C に上げた高温脱臭の効果が最も大きいと述べている。

図-2 大豆原油の遊離脂肪酸と鉄含有量

表-5 発芽による大豆子葉中の脂肪酸組成の変化 (%)

脂肪酸	発芽日数	0	3	6	9	12
パルミチン酸		15.1	16.6	17.0	12.3	11.8
ステアリン酸		5.3	5.3	5.5	3.9	3.0
オレイン酸		28.8	27.1	27.5	19.5	18.3
リノール酸		42.3	42.0	43.3	60.2	63.4
リノレン酸		8.5	8.6	6.3	3.8	3.2

貯蔵中のダメージに関係する問題として発芽による成分変化が報告されている。1つは今述べたダメージに関連するリン脂質の変化で、高温高湿下で大豆を貯蔵した実験では経時的にリン脂質の増加が認められ、特に 6 d

間までのホスファチジルコリンを主成分とするものの増加が顕著であり、これを発芽に関係する現象と考察している²¹⁾。もう 1 つは発芽に伴う大豆中の脂肪酸組成の変化で、子葉部と根部に分けて検討した結果、子葉部の 6 d ~ 12 d 間の変化が顕著で、表-5 に示すとおりパルミチン酸、オレイン酸、リノレン酸が減少し、リノール酸の増加が見られる²²⁾。この変化は種子中での脂肪酸合成、とくにオレイン酸、ステアリン酸からの脱水素によるリノール酸、リノレン酸生成のメカニズムを考えるうえに参考になると考察しているが、大豆油の脂肪酸組成を望ましい方向に変える方法の 1 つとして残分 (抽出かす) の利用とともに可能性の検討ができないものだろうか。

2.4 かび

Goldblatt²³⁾ の review に従って眺めると、かびの問題はかつて単なる汚染部の経済的損失と考えられていたが、英国で七面鳥を襲ったピーナツミールのアフラトキシン問題によって一躍マイコトキシンの関心を高めた。以後関係研究は 2 万報を越え、アフラトキシンだけでも現在 12 種の構造決定がなされている。分析法も精度を高め、高速液体クロマトグラフィーで 1 ppb の検出が可能となり、同時に簡便法として *Asprg. flavus* 菌を見つけその相関から求める方法も考案されている。汚染は畑から始まるので、耕作、収穫、輸送、貯蔵、処理の各ステップでの問題意識が汚染防止にとって必要である。防止法の 1 つに防かび剤の使用が考えられ酢酸・プロピオン酸の混合物の効果が期待される。除毒については汚染部の選別、溶剤抽出、薬品処理が提案されているが、実用的には綿実のアンモニア処理の例が見られる。

とうもろこし²⁵⁾、落花生²⁶⁾、ピーカン²⁷⁾、カリフォルニアナット²⁸⁾及び綿実²⁹⁾についてアフラトキシンの問題が討論されているが、共通している点は畑の段階ですでに検出される例が見られることと、貯蔵中での汚染増が大きいこととこれがダメージと相関する点である。従って貯蔵を中心としたシード取り扱い時の Good Manufacturing Practice が汚染防止のかぎとなることは Goldblatt のいうところと同じである。

汚染物からのアフラトキシンの除去は溶剤抽出が効果的といわれ、アセトン-ヘキサン-水、2-プロパノール-水、アセトン-水、エタノール水溶液が提案されている³⁰⁾。食用落花生タンパクの製造に際して水抽出時に過酸化水素、ベンゾイルペルオキシド、次亜塩素酸ナトリウムの添加が有効と言われているが、汚染を起こさない注意が最も大切である。

2.5 異物及び残留農薬

異物を構成するものは土砂から金属片に至る無機質も経験されるが、オイルシードに定常的に含まれしかも製油工程に取り込まれて製品の食用油に悪影響を与える可能性という角度から見ると、Weed と呼ばれる雑草類の

種子がある。なかでもひるがお類はアルカロイドを含み食品衛生上好ましくないので、採油前にふるい分けで除去される。このほか一部の Weed が油の品質にマイナスに作用することはすでに知られている^{12), 32)}。また、一般に Weed は水分が高いため貯蔵時にダメージの原因となりうるので¹¹⁾できるだけ早いステップで除去する必要がある。

食用油脂中の残留農薬については兼松らが原油及び精製工程別に挙動を検討し、原油については国産原料は BHC 系、米国産のものは DDT 系の残留傾向を認めているが、その量は少なく脱臭及び水素添加でほとんど除去されている³³⁾。原油に農薬を添加して汚染濃度の高い場合の挙動を検討した結果、脱酸工程での減少は認められず、脱色工程では農薬の種類によって差があるが減少の傾向が認められ、脱臭工程で効果的な除去が行われた³⁴⁾。水素添加は条件によって効果が異なり、特に銅-クロム系の触媒を用いたときに除去効果が大きい³⁵⁾。

同様の検討が米国³⁶⁾及びイラン³⁷⁾の研究者によって行われ、製品中の農薬は極めて少ないことが報告されているが、最近の我が国の市販食用油の分析を行った結果³⁸⁾でもそのことが確認されている。

PCB の挙動については兼松³⁴⁾、Addison³⁶⁾らの検討で 230℃ 以上の高温脱臭で除去されると報告されている。このように汚染物質の除去に脱臭工程が極めて有効に役立つことがわかるが、オイルシード段階で汚染の少ないことが望ましい。

3 オイルシードの問題点と品種改良

オイルシードの品種改良は天候、病虫害に対する抵抗

性、生産期間の短縮、収穫量の向上、油分の向上、油脂構成脂肪酸組成の改善、好ましくない成分の減少、タンパク含量及び組成の改良などを目的として行われるが、油脂の栄養面に対する一般的な考えを眺めたい。個々のオイルシードの品質面に係る品質改良について述べたい。

栄養面は諸説、議論の多いところであるが、油の品質評価上必要と思われる点について流れ上触れることにした。コレステロールを含みしかも飽和脂肪酸の多い動物脂肪は、血中コレステロールの増加と関係し動脈硬化を進行させる原因となる^{39), 40)}。一方、植物油は高度不飽和脂肪酸 (PuFA)^{39), 41)}とステロール^{41), 42)}の作用によって血中コレステロール濃度を低下すると考えてよい。そこからこれらの関係をアテローム性硬化症と因果関係に置くことはぜひ^{40), 43)}のあるところであるが、健康志向という観点からリノール酸が好まれることは先に述べたオイルシードの消費動向からもうかがわれる。逆に PuFA から生成される過酸化脂質の弊害⁴⁴⁾や PuFA 摂取に伴うビタミン E 必要量の増大⁴⁴⁾という問題があって単にリノール酸志向がベストとは考えられないが、オイルシードの流通面でリノール酸が指標となる例は多い。

植物油脂は必要脂肪酸とならんで、植物性ステロールやトコフェロールといった有効微量成分の供給源ともなっているので表-6 にステロール類⁴⁵⁾及びトコフェロール類⁴⁶⁾の含有量を示し参考に供す。

3.1 大豆

大豆の問題は油中にリノレン酸を 8% 前後含み風味のもどりと酸化安定性に影響を与えていること、リポキシゲナーゼが食品に対して豆臭を与えると考えられてい

表-6 植物油脂中の微量成分の分析例

油脂の種類	ステロール類 (mg/kg)				トコフェロール類 (mg/kg)			
	カンペーステロール	スチグマステロール	シトステロール	その他の主なステロール	α-トコフェロール	β-トコフェロール	γ-トコフェロール	δ-トコフェロール
大豆油	800	720	2,020	J ^β -アベナ-90	116	34	737	275
綿実油	320	90	3,090	—	402	1.5	572	7.5
落花生油	320	270	1,860	—	169	5.4	144	13
なたね油	2,470	—	4,610	ブラシカ-830	70	16	178	7.4
ひまわり油	450	400	2,800	J ^β -アベナ-450	608	17	11	—
サフラワー油	420	230	1,750	J ^γ -スティグマ-870	223	7	33	3.9
とうもろこし油	200	60	6,050	J ^β -アベナ-300	134	18	412	39
ごま油	1,030	330	3,000	J ^γ -アベナ-1,300	12	5.6	244	32
やし油	170	290	1,410	J ^γ -スティグマ-100	—	—	—	2.4
バーム油	130	80	370	コレステロール20				
あまに油	1,050	300	2,300	J ^β -アベナ-350				

る点である。

表-7 品種改良大豆の脂肪酸組成

品種	ヨウ素価	脂 肪 酸 組 成 (%)		
		オレイン酸	リノール酸	リノレン酸
親 種	PI-90946	132.7	32.8	46.4
	PI-92567	130.1	34.9	44.4
交配種	N70-3432	120.3	42.0	38.3
	N70-3010	121.9	37.9	40.6
	N70-3001	115.6	37.4	37.1

リノレン酸については油中で 1% 以下が望ましいといわれているが, Howell らの研究⁴⁷⁾によれば選種でリノレン酸の低いものは発見できず, 表-7 に示す交配種から 4% 台のものを得ている。その後の研究において⁴⁸⁾この中の N-70-3436 種が安定種として得られており, リノレン酸は 5.1% までどったが, 通常のものより約 3.5% 低く, 品種固定とともに実用化の可能性がある。Chapman の研究⁴⁹⁾でも IV-S タイプのものでリノレン酸 5% 以下のものを発見し, このもののコントロールの可能性を述べている。同時にリポキシゲナーゼについて検討し, 環境変化を受けにくい点から品種を選べばコントロールできると可能性を述べているが, 脂肪酸組成の改善とともになお時間を要するものと考ええる。

3.2 綿実

綿実の課題はかすの飼料化に際し栄養上問題になるゴシポールに関することである。ゴシポールはかすのみならず油中に溶け込んで油の色を濃くし精製を困難とするが, 1953 年に発見された McMichael の品種を用いて改良が行われ, 近年商業的にゴシポール・グランドレスのものが得られるようになった⁵⁰⁾。一方, 綿実かす中のゴシポール細胞の相対的な粒子の大きさの違いを利用した Liquid Cyclone Process^{51), 52)}によって, ゴシポールフリーの綿実フラワーが製造できるようになったので, かすの面では最大の課題ではなくなったようである。今後の目標としてはかすの点ではリシンの増加, 油の面では飽和酸の減少あるいはシクロプロペン酸の除去という課題が考えられている⁵⁰⁾。

シクロプロペン酸の生理的影響については鶏の産卵⁵³⁾, ますの増体量と肝臓障害⁵⁴⁾, その他の問題⁵⁵⁾が報告している。油中からの除去については水素添加, 活性アルサレミナ処理, 脂肪酸処理, 熱処理などが有効といわれるが^{56), 57)}, 綿実油中のシクロプロペン酸は原油で約 0.5%, サラダ油に精製した場合は 0.04~0.4% と⁵⁸⁾量が少なく問題ない。

3.3 なたね

エルカ酸を中心とするなたね油の栄養問題は数多くの研究が行われており, 高木⁵⁸⁾による詳細な総説が本誌 3 月号に発表されたので重複を避ける。

なたねのエルカ酸含量に関する品種改良はヨーロッパ⁵⁹⁾及びカナダ^{39), 60)}においてすでに完了し実用化されており, 現在我が国に輸入されるもののほとんどすべてが低エルカ酸種である。表-8⁶¹⁾は最近カナダ大平洋岸から出荷されたなたねのエルカ酸含量を示すが, エルカ酸 1~3% と品種改良の成功を物語っている。

表-8 カナダの輸出なたねのエルカ酸含量

エルカ酸レベル (%)	1978年 1月の積出件数
0.1~1.0	6
1.1~2.0	12
2.1~3.0	2

なたねのもう 1つの課題は油かすを飼料に利用する際, 好ましくない影響を与えるグルコシノラートの問題である。正確な分析はできないが多いものは 3% 近くのグルコシノラート (類) を含むといわれる⁶²⁾。ポーランドなたねの Bronowski 種からグルコシノラート 1/10 以下のものが発見されて以来品種改良が続けられ, カナダでは 1974 年に低グルコシノラート・低エルカ酸種の Tower が登録され, エルカ酸とともにグルコシノラート問題も解決し実用化段階に入った⁶³⁾。

表-9 カナダにおけるなたね品種改良の目標

a	油分 44% 以上
b	グルコシノラート 0.2 mg/g 以下
c	黄色表皮種子
d	油かす中のタンパク 48% 以上
e	エルカ酸 1% 以下
f	リノール酸 40% 以上
g	リノレン酸 3% 以下
h	パルミチン酸 10% 以下
i	メチオニンとシスチン増加

Slinger⁶⁴⁾ がなたねの品種改良についてカナダの育種学者が目指すところを述べているので 表-9 に記す。このうち油分, 低グルコシノラート, 黄色表皮種については目途が得られ, リノール酸, リノレン酸については二者択一の可能性として数年後の実用化を目標にしている。Rakow ら⁶⁵⁾の研究によるリノール酸/リノレン酸比の増大すなわち高リノール酸, 低リノレン酸種が望ましいが遺伝子の関係上いずれか二者択一という状況にあり, やがて選択が迫られよう。

3.4 ひまわり及びサフラワー

ひまわり油の脂肪酸組成が産地によって変動することはよく知られている。米国北部のものはリノール酸を 65~70% 含むのに対し, 南部のものは 30~60% で平均約 20% の差が見られる⁶⁶⁾。これはひまわり種子の成熟期の気温の影響によるもので⁶⁷⁾, 環境変化を受けやすいだけに品種改良による脂肪酸組成の制御はむずかしいと考えられていたが, Putt らの研究をベースに検討が進め

られ、飽和酸 8~40%, オレイン酸 12~66%, リノール酸 25~80% の範囲のものがコントロールできる可能性が見つかった^{67), 68)}。かすの amino 組成上リシンが少ない点とエネルギーが低い点が今後の改良課題であるが、油、かすとも栄養上障害となる問題は見られず⁶⁹⁾、品質面から今後も期待されるオイルシードといえよう。

サフラワー中のリノール酸をオレイン酸に変えたハイオレックサフラワーは品種改良の代表例として実用化されてからの日も浅くない。その後の品種改良ではオレイン酸 80% 以上のもの、オレイン酸とリノール酸が同量のもの、ステアリン酸 10% (通常 1~2%) のものなどが検討されているが、環境変化を受けやすくコントロールがむずかしい⁸⁰⁾。ハルを減らし油分を 50% 以上に高める可能性が報告されているが⁸²⁾、油かすの利用上も好ましいと考えられるので実用化が望まれる。

3.5 その他の油脂原料

とうもろこしは前述のとおりオイルシードと呼ばないが、最近の品種改良によって油分 7~8% の高油分のものが収量よく生産できるようになった⁹⁾。また品種を選ぶことによってリノール酸 25~70% のものが得られる点も興味あるところである⁹⁾。

落花生⁷⁰⁾、ごま^{71), 72)}についても品種と環境変化が検討され、それぞれの脂肪酸組成への影響が述べられているが、ひまわりやサフラワーに比べ影響度が少ないので、目新しい油の出現は期待できないだろう。

最後にパーム油についていくらか触れてみたい。パーム油の品質上の特徴を要約すれば、パルミチン酸とオレイン酸に富み、酸化安定性のすぐれた天然の固体脂といえるが、リノール酸志向あるいは液体油を望む向きには改良が望まれる。果実の成熟度によって脂肪酸組成が変化することを表-10 に示すが、リノール酸の多い時期は含油量が少なく実用的でない⁷³⁾。

表-10 パーム果実の成熟度と脂肪酸組成

成熟 期間	脂 肪 酸 組 成 (%)				
	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸
16 wk	67.0	7.6	0	20.3	1.5
19 wk	55.7	5.6	28.2	9.7	0
20 wk	45.4	7.8	34.0	11.8	0

Corley ら⁷⁴⁾はパーム油の脂肪酸組成に関して果実の部分の違い、果房の位置、木の違い、品種の差等の角度から検討を行い、それぞれにいくらかの差異を認めている。品種について見ると通常のパーム (*Elaeis guineensis* より *El. oleifera* が不飽和に富み、オレイン酸 53.5%, リノール酸 14.9% のものを選んで *El. guineensis* と交配し不飽和化を検討しているが、リノール酸は 10% 強で不十分である。またカロテンを減らした品種も見られ、油の脱色に際し有利であろうと付言している。

こうした努力が見られる反面、パーム油は多年生で品種改良の研究の難しさがあるとともにすでに植林されたパーム樹の寿命を考えると、新しいパーム油の実用化にはなお相当の歳月を要すると考えてよい。

おわりに

食用油の原料問題についてやや平面的にしかも定量性を欠いた形で眺めた感を免れないが、ここで原料に関する最大の課題を求めれば何といっても安定供給の問題であろう。油脂原料は油の原料であると同時に食品や飼・肥料の原料に当たり人類の生命を支える糧となっていることはいうまでもない。この原料の大部分を海外からの輸入に頼る我が国の状況においては、かつての米国政府の大豆輸出禁止策は忘れることのできない問題であり、今後再びかかる事態が起こらぬよう願うのは国民全体の願望である。

安定供給の問題を技術面から見れば、品種改良などによってオイルシードの安定した生産と品質の向上を望む一方、いわゆる油化学の領域に属す技術の革新によって原料の品種、品質に頼ることなく、高品質の食用油を国民に供給できるよう一層の努力が必要と思われる。大豆油のリノレン酸問題に対しては選択水素添加等の技術に着実な進歩が見られ、パーム油の液体化に対しては溶剤分別、エステル交換、脱水素反応等を組み合わせた HLS 法⁷⁵⁾が開発され、食品としていくらかの問題を残すとはいえ積極的な挑戦がなされている。合成油脂については法規制や消費者感情の問題があって実現の可能性は少ないが、技術的には中鎖の直鎖脂肪酸が石油を原料として実用化されており^{76), 77)}、経済性の問題が解決されれば飼料用などに天然油脂と競合しよう。反面石油資源枯渇の問題が話題に上る今日の状況を考えると、天然資源としての油脂が改めて見直される時代も遠くなく、油化学の重要性がより一層認識されよう。

(昭和 53 年 6 月 7 日受理)

文 献

- 1) "Review and Comparative Analysis of Oilseed Raw Materials and Process Suitable for the Production of Products for Human Consumption", U.N. Industrial Department Org., United Nations N.Y., (1974)
- 2) 農林省食品油課, 「わが国の油脂事情」(1977)
- 3) R.L. Rizek *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 244 (1976)
- 4) A. Langstraat, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 241 (1976)
- 5) S. Mielke, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 224 (1976)
- 6) E.J. Weber, D.E. Alexander, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 370 (1975)
- 7) Y.B. Datuk Amar Haji Jaib B. Mahmnd, I.A.S.C. Kuala Lumpur 大会 1978 年 1 月 31 日 (1978)
- 8) J.H. Sanders, *Oil and Soap*, **21**, 357 (1944)
- 9) R.P. Hutchins, *Oil and Soap*, **22**, 165 (1945)

- 10) "The Official United States Standards for Grain", U.S.D.A. Agr. Marketing Serv. Div., (1974)
- 11) M.R. Spencer, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 238 (1976)
- 12) E.H. Gustafson, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 248 (1976)
- 13) R.E. Beal *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 380 (1973)
- 14) 安田, 福永, 松井, "油脂製品の知識" 幸書房 (1977) p. 69
- 15) R.K. Downey, *Chem. & Ind.*, **may 1976**, 401 (1976)
- 16) D.L. Thompson *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 540 (1973)
- 17) J.A. Robertson *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 433 (1973)
- 18) Food Eng., **Dec. 1973**, 106 (1973)
- 19) C.D. Evans *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 444 (1974)
- 20) C.D. Evans *et al.*, Am. Oil Chem. Soc. 68th Annual Meeting, program No. 166, New York, May, (1977)
- 21) G.R. List *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 8 (1977)
- 22) G.W. Chapman *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 195 (1974)
- 23) A.C. Ioshi *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 282 (1973)
- 24) Leo A. Goldblatt, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 302A (1977)
- 25) O.H. Shotwell, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 216A (1977)
- 26) J.W. Dickens, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 225A (1977)
- 27) J.L. Ayres, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 229A (1977)
- 28) G. Fuller *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 231A (1977)
- 29) A.F. Cuculla *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 235A (1977)
- 30) E.T. Ragner *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 242A (1977)
- 31) K.C. Rhee, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 245A (1977)
- 32) J.S.R. Ohlson, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 299 (1976)
- 33) 兼松 弘ら, 油化学, **23**, 49 (1974)
- 34) 兼松 弘ら, 油化学, **25**, 38 (1976)
- 35) 兼松 弘ら, 油化学, **25**, 42 (1976)
- 36) R.F. Addison, R.G. Ackman, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 192 (1973)
- 37) S.E. Hashemy-Tonkabong, M.J. Soleimani-Amiri, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 752 (1976)
- 38) 高木良彰, 渡辺 寿ら, 未発表
- 39) R.J. Jones, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 251 (1974)
- 40) 五島雄一郎, 壮快, 1978年5月号 179 (1978)
- 41) 中村治雄, 壮快, 1978年5月号 184 (1978)
- 42) "Fats in Food, Diet", U.S. Dep. of Agr., Agricultural Information Bulletin No. 361 (1974)
- 43) V.K. Babaya, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 260 (1974)
- 44) C.E. West, T.G. Rodgrave, *Am. Laboratory*, **Jan. 1975**, 23 (1975)
- 45) Von A. Seher, H. Vogel, *Fette, Seifen Anstschm.*, **78**, 301 (1976)
- 46) Welbgang Müller-Mulol, *Fette, Seifen, Anstschm.*, **78**, 257 (1976)
- 47) Howell *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 30 (1972)
- 48) Howell *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 595 (1976)
- 49) G.W. Chapman *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 55 (1976)
- 50) R.J. Miravalle, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 24 (1972)
- 51) J.M. Riddlehner, M.K. Gardner, Jr., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 153 (1973)
- 52) P.F. Knowles, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 374 (1975)
- 53) J.H. Sanders, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **41**, 4 (1964)
- 54) J.N. Roehm *et al.*, *Lipid* **5**, 80 (1970)
- 55) M.U. Ahmed *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 698 (1976)
- 56) S.R. Sastry *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **47**, 609 (1969)
- 57) D.T. Hopkins *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 381 (1973)
- 58) 高木 徹, 油化学, **27**, 123 (1978)
- 59) "Report of The Ninth Session of The Codex Committee on Fats and Oils", London (1977)
- 60) 例えば M.R. Sahasrabudhe, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 323 (1977)
- 61) *Rapeseed Digest*, **12**, No 2, Rapeseed Ass. Canada (1978)
- 62) W.H. Tallent, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 15 (1972)
- 63) R. Ohlson, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 522A (1972)
- 64) S.J. Slinger, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 95A (1977)
- 65) G. Rankow, D.I. McGregor, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 400 (1973)
- 66) D.E. Gandy, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 518A (1972)
- 67) M.L. Kinman, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 36 (1972)
- 68) J.A. Robertson, W.H. Morison, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 77A (1977)
- 69) P.F. Knowles, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 27 (1972)
- 70) C.T. Young *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 312 (1974)
- 71) D.M. Yermanos *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **49**, 20 (1972)
- 72) A.H. Ei Tinay *et al.*, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 648 (1976)
- 73) A.J. Clegg, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 321 (1973)
- 74) R.H.V. Corley, A.J. Clegg, *Oleagineux*, **31**, 1 (1976)
- 75) L. Koslowsky, *Oleagineux*, **31**, 443 (1976)
- 76) H. Firneberg, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 842A (1977)
- 77) A.G. Johanson, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 848A (1977)